Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro,
v10,2022/10
ISSN 2178-6925

PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS METÁLICAS
PATHOLOGIES IN METALLIC STRUCTURES

João Henrique Milward De Azevedo Neto
Acadêmico do 10º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. Brasil. E-mail: jhmilward@yahoo.com.br

Renan Santos Oliveira
Acadêmico do 9º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. Brasil. E-mail: renanlexus@hotmail.com

Erika Fernanda Santos
Acadêmico do 9º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. Brasil. E-mail: enandasbb@gmail.com

Matheus Handeri Araújo Frota
Acadêmico do 9º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. Brasil. E-mail: mtheusfrota@gmail.com

Pedro Emilio Amador Salmão
Professor Orientador. Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. Brasil. E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Aceite 03/11/2022 Publicação 03/12/2022

Resumo

A utilização das estruturas de metal apresenta vantagens como método construtivo, porém alguns cuidados são necessários para a sua utilização, pois também são inúmeras as exteriorizações patológicas que podem ocorrer nas edificações, devido variados motivos, como a carência de conhecimento e/ou descuido na concepção e execução da edificação, colaboradores sem qualificação, aspiração por querer fazer mais barato, entre outros. Um dos principais motivos patológicos da estrutura de metal é o processo de oxidação uma ação espontânea da natureza que reduz gradualmente a espessura dos elementos metálicos, prejudicando seu funcionamento estrutural e estético. Este estudo tem como propósito geral apresentar as principais patologias que a Estrutura de Metal pode manifestar nas edificações e como método de estudo essa pesquisa foi realizada através de revisão bibliográfica.

Palavras-chaves: Aço; Patologias; Estrutura de Metal; Prevenção de Patologias.

Abstract

The use of metallic structures has advantages as a constructive method, but some care is necessary for its use, as there are also numerous pathological manifestations that can occur in buildings, due to various reasons, such as lack of knowledge and/or carelessness in the design and execution of the building, unskilled labor, aspiration for wanting to do it cheaper, among others. One of the main pathological reasons for the metallic structure is the corrosion process, a spontaneous action of nature that gradually reduces the thickness of metallic elements, impairing their structural and aesthetic functioning. This study has as general objective to present the main pathologies that the Metallic Structure can manifest in the buildings and as a method of study this research was carried out through a literature review.

Keywords: Steel. Pathologies. Metal structure. Pathology Prevention

1 Introdução

O termo patologia, na construção civil, é interpretado como um processo de deterioração dos materiais responsáveis por compor o sistema estrutural, onde cada material tem seu modo particular de reagir aos agentes externos e internos, em que cada material tem uma velocidade de degradação diferente um do outro (BESSA, 2019).

O aço possui inúmeras vantagens como elemento estrutural, como a elevada resistência, possuindo o maior índice de resistência quando verificada a relação da resistência com o peso específico do material. Assim, devido a sua leveza e grande resistência, é o material mais indicado para elementos estruturais em grandes vãos. Além disso, devido seu processo industrial e sua composição química, o aço obtém elevada ductilidade e alto grau de confiança quanto a suas propriedades físicas, deixando o projeto estrutural mais confiável (FAKURY et al, 2016 apud CASTRO, RIBAS, 2021).

Ainda em conformidade com os autores, várias outras vantagens podem ser descritas para a aplicabilidade do aço na construção civil como: uma maior organização do canteiro de obra, facilidade de reforço e ampliação nos elementos metálicos que a praticidade dos perfis proporcionam, rapidez de execução, e após sua utilização o material pode ser reaproveitado e reciclado.

O aço é o material usado nas primeiras pontes da antiguidade e agora trazendo em sua bagagem grandes construções de edifícios modernos comerciais, residenciais, galpões, lojas, dentre outros.

Considerada ainda como uma técnica construtiva pouco difundida no Brasil, a estrutura de metal apresenta tendências a certos problemas patológicos que exigem maior manutenção ao longo da vida útil do elemento estrutural, distanciando o consumidor por suceder uma impressão inicial de que esse material irá trazer complicações e difícil manutenção.

Embora exista uma ampla gama de uso para as estruturas de metal há também a indispensabilidade de entender seu comportamento em uso, considerando às ações como intempéries, carregamentos, uso e manutenções. Assim, entender como as exteriorizações patológicas e vícios construtivos afetam esse sistema construtivo é relevante para que ocorra avanços em sua utilização pelos profissionais, justificando então o interesse pelo tema de estudo, já que as patologias apresentadas na Estrutura Metálica podem incorrer riscos as edificações.

Este estudo foi realizado em forma de revisão bibliográfica e de maneira documental, que segundo Lakatos e Marconi (2011) utilizam-se de dados existentes. Todavia, a diferença entre estes tipos de pesquisa consiste no fato da primeira utilizar-se de dados que já receberam tratamento analítico, em outros termos, é baseada em material, neste caso, artigos científicos já publicado e para tanto selecionou-se artigos que foram em bases de dados Scielo, Google Acadêmico e o intervalo de tempo utilizado para a escolha das publicações foi de dez anos, optando-se por artigos escritos na integra, em língua portuguesa, excluindo-se desse tempo, autores clássicos e livros.

Após a leitura criteriosa das fontes selecionadas, procedeu-se a organização das informações no trabalho buscando mencionar os dados mais abrangentes antes dos dados mais específicos. Concomitantemente percebendo e interpretando as entrelinhas dos assuntos abordados e montando uma discussão acerca destas informações, sempre tentando vincular matérias acadêmicas ministradas durante o curso, fornecer pontos de vista pessoais, porém de maneira técnica, enfim, mencionar todas as percepções da pesquisa da forma mais abrangente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar as principais patologias que a Estrutura Metálica pode manifestar nas edificações.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Descrever as principais patologias da Estrutura de Metal
- Classificar as patologias da manifestadas na Estrutura de Metal
- Analisar as exteriorizações patológicas

2 Revisão de Literatura

2.1 Patologia das Estruturas Metálicas

Define-se patologia da construção como:

> [...] o estudo das causas, efeitos e consequências do desempenho insatisfatório das edificações, destinado a apurar e corrigir defeitos em construções, prevenindo e evitando-se, assim, problemas futuros. As manifestações patológicas, por sua vez, são vícios ou defeitos de construção que se instalam nas edificações por falhas de projeto, execução, utilização ou falta de manutenção (CASTRO, RIBAS, 2021, p. 2)

Como se sabe, no Brasil não há uma especificidade de clima, sendo possível acompanhar no mesmo dia desde elevadas temperaturas até fartos volumes de chuva, e essas intempéries colaboram para o aparecimento de manifestações patológicas que estão correlacionadas com um ou mais modelos de deterioramento de construções em estrutura metálica que vão de construções simples como: residenciais e comerciais até as construções de grande porte, como: pontes, viadutos, túneis, obras hidráulicas (PORTES, 2022).

Em concordância com Portes (2022) construções com estrutura metálica possuem uma metodologia construtiva e a inexistência de domínio de tal técnica

geram problemas patológicos que comprometem o desempenho, durabilidade e a vida útil de uma estrutura.

Ao se tratar das técnicas construtivas e normas, a estrutura em metal obteve um grande salto no desenvolvimento na edificação civil. De modo geral para saber lidar e expor o aço, foi então desenvolvida a NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios (ABNT, 2008), para processos mais próximos de acertos construtivos com segurança e qualidade (GOMIDE, et al. 2011).

Segundo Castro, Ribas (2021) principais fatores que levam ao surgimento de patologias nas construções são: a concepção incorreta de projetos, o emprego de materiais impróprios, a simples utilização e a falta de manutenção.

Sacchi; De Souza (2016, p. 22) dizem que os agentes agressivos que afetam o comportamento das construções durante o seu tempo de vida útil são:

- Ações ambientais: elevada umidade, respingos de marés;
- Agentes externos agressivos: águas contaminadas, terrenos com solo contaminado, gases nocivos, produtos químicos;
- Causas naturais ligadas ao envelhecimento dos materiais componentes das estruturas (corrosão).

Assim, em seu estudo, os autores supracitados apresentaram as principais e mais comuns causas de manifestações patológicas nas estruturas metálicas, conforme Quad. 1:

Quadro 1: Manifestações Patológicas

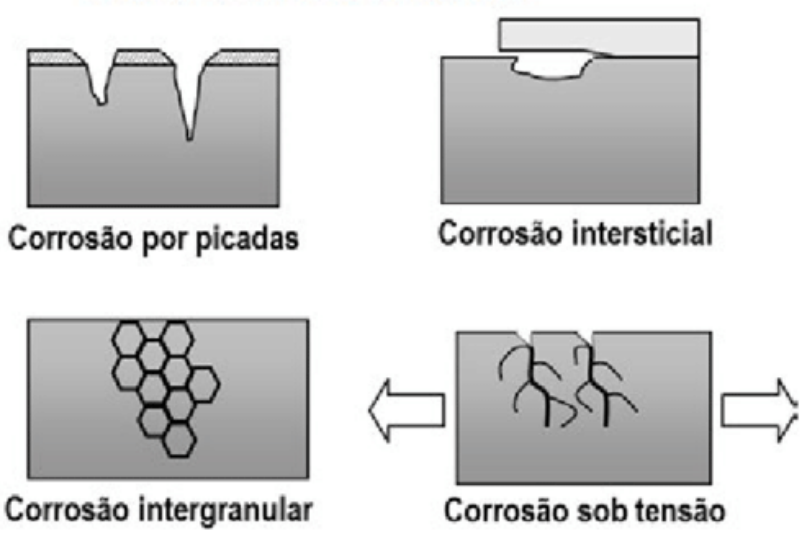
Manifestações	Principais causas
Corrosão localizada	Causada por deficiência de drenagem das águas pluviais e deficiências de detalhes construtivos, permitindo o acúmulo de umidade e de agentes agressivos.
Corrosão generalizada	Causada pela ausência de proteção contra o processo de corrosão.
Deformações excessivas	Causadas por sobrecargas ou efeitos térmicos não previstos no projeto

	original, ou ainda, deficiências na disposição de travejamentos.
Flambagem local ou global	Causadas pelo uso de modelos estruturais incorretos para verificação da estabilidade, ou deficiências no enrijecimento local de chapas, ou efeitos de imperfeições geométricas não consideradas no projeto e cálculo
Fratura e propagação de fraturas	Falhas estas iniciadas por concentração de tensões, devido a detalhes de projeto inadequados, defeitos de solda, ou variações de tensão não previstas no projeto.

Fonte: (SACCHI; DE SOUZA, 2016, p. 22)

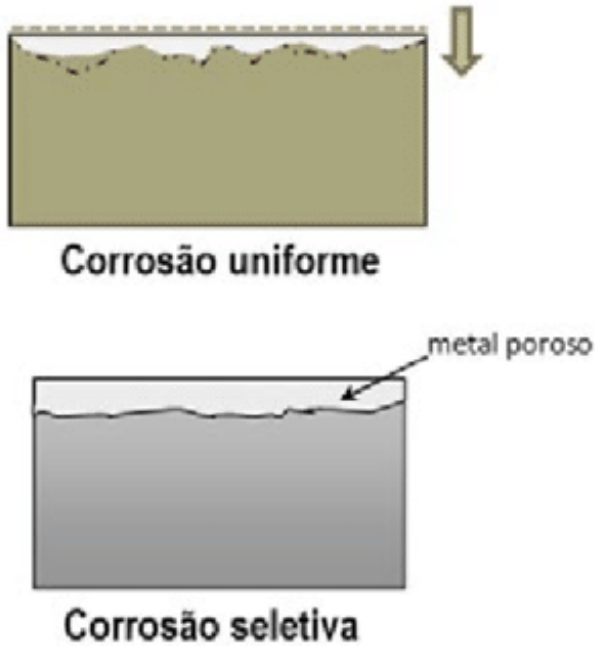
As definições apresentadas são ilustradas na figuras 1 a 5 respectivamente:

Figura 1 – Processo de Corrosão localizada



Fonte: (FONTINHA, 2021)

Figura 2 – Processo de Corrosão generalizada



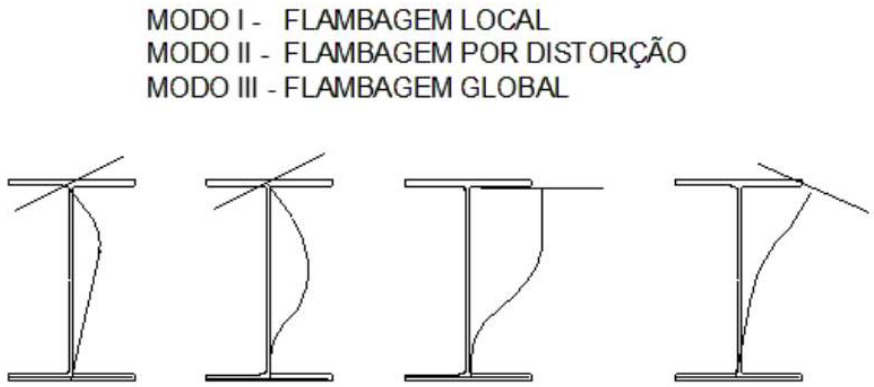
Fonte: (FONTINHA, 2021)

Figura 3 – Processo de Deformações excessivas – colapso da estrutura causado por incêndio



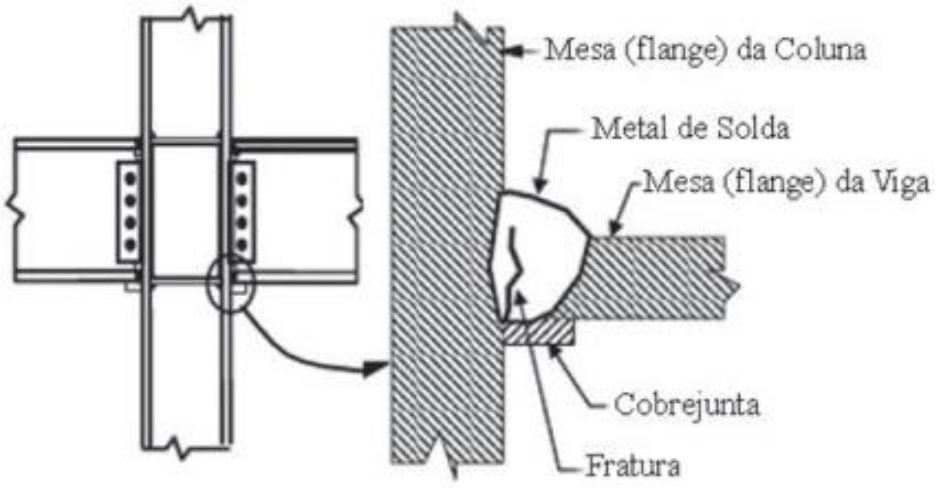
Fonte: (NASCIMENTO, 2021)

Figura 4 – Processo de Flambagem de Estrutura de Metal



Fonte: (RODRIGUES, 2017)

Figura 5 – Processo de Fratura em elemento da Estrutura de Metal



Fonte: (MACHADO, 2013)

As patologias em estruturas metálicas, relacionam-se aos processos de corrosão presentes em seus elementos estruturais constituintes. E, mesmo quando identificadas de forma localizada, como em ligações soldadas e parafusadas, são capazes de levar toda a estrutura ao colapso, resultando em incidentes com prejuízo material ou até acidentes com perdas humanas. Portanto, quanto mais cedo forem analisadas e sanadas, menores serão os custos de manutenção e os riscos de acidentes no local (XEREZ NETO, CUNHA, 2020).

Ainda segundo os autores as patologias podem ser classificadas como: Adquiridas, Transmitidas e Atávicas.

- Patologias Adquiridas: provenientes da ação de elementos externos, como poluição atmosférica, umidade, gases ou líquidos corrosivos e vibrações excessivas provocada pelo uso inadequado da estrutura. A corrosão é a mais visível (SILVA NETO, NASCIMENTO, LIMA, 2018).
- Patologias Transmitidas: originárias de vícios ou desconhecimento técnico do pessoal de fabricação ou montagem da estrutura. É o caso, por exemplo, de soldadores que não se preocupam em retirar a pintura dos pontos de solda, ignorando que a carbonização da tinta prejudica a qualidade do serviço. Estão inclusos, também, os casos de falta de prumo (SILVA NETO, NASCIMENTO, LIMA, 2018).
- Patologias Atávicas: resultantes de má concepção de projeto, erros de cálculo, escolhas de perfilados inadequados, ou, do uso de tipos de aço com resistência diferente das consideradas no projeto. Não são fáceis de reparar, costumam exigir reforços, tais como escoramentos (SILVA NETO, NASCIMENTO, LIMA, 2018).

Corroborando com todo o exposto Moura (s/d) diz que a estrutura de metal para construção civil oferece uma combinação de alta resistência, baixo custo e facilidade de fabricação, porém, uma das principais manifestações patológicas desse material é a degradação. Em conformidade com a pesquisadora, a corrosão pode se manifestar de diversas maneiras, dependendo do material, do meio de exposição, da combinação metal/meio, de associações inadequadas de dois ou mais metais diferentes, sendo os tipos mais conhecidos e de maiores interesses práticos: a

corrosão generalizada, a corrosão localizada, e também a corrosão resultante da conexão de metais diferentes, conhecida com corrosão galvânica.

- A corrosão generalizada: Corrosão que se processa em toda extensão da superfície, ocorrendo perda uniforme de espessura (ARAÚJO, 2012).
- A corrosão localizada: afeta uma parte limitada da superfície metálica e provoca a formação de cavidades. Estas cavidades, dependendo de seu diâmetro externo versus a relação de profundidade, são tipos de “úlceras” nomeadas de crateras. A corrosão, às vezes pode ser penetrante, com fissuras intergranulares ou transgranulares (LEMARG, 2020).
- Corrosão galvânica também conhecida como Bimetálica: possivelmente, o tipo de corrosão mais encontrado, especialmente em estruturas que ficam expostas a ambientes marinhos, como torres de geradores eólicos e plataformas de petróleo. Caracterizada por um processo eletroquímico, que normalmente ocorre entre metais ou duas ligas metálicas dissimilares, conectadas eletricamente e em contato com o meio corrosivo. Nesse tipo de corrosão, o metal menos-nobre (ânodo) corrói e protege galvanicamente o metal mais nobre (cátodo). A ocorrência e a intensidade desse processo dependem, entre outros fatores, da condutividade do meio, do potencial de corrosão e da relação de área metal mais nobre ou menos nobre (MOURA s/d).

Para evitar todos esses tipos de corrosão, a estrutura de metal deve passar por um processo de manutenção e prevenção de patologia decorrente do uso e do tempo (MOURA s/d). Em conformidade com Lemarg (2020, p. 1) os métodos gerais para controle e prevenção de corrosão mais amplamente aceitos na indústria são:

> O uso de materiais de construção especiais resistentes à corrosão, a aplicação de barreiras inertes como a pintura, a utilização de métodos de proteção catódica ou anódica, bem como os ajustes no meio eletrólito ou corrosivos da química, a aplicação de inibidores específicos para controle de corrosão, além da aplicação de sistemas anti-corrosivos (LEMARG, 2020, p. 1).

O que corrobora com o ensinamento de Moura (s/d) diz quais os meios de proteção e controle da corrosão da estrutura de metal devem ser adotadas:

- Substituição o material metálico por outro tipo mais resistente à agressividade do meio de exposição ou que apresente taxa de corrosão pouco significativa;
- Modificar o meio de exposição que o material está presente;
- Interpor barreiras entre o meio e o metal, em geral feito com revestimento superficial;
- Revestimento superficial por meio da pintura.

3 Considerações Finais

O estudo indica que a adoção de técnicas e elementos construtivos inadequados, falta de compatibilização em projetos e de manutenção periódica resultaram no surgimento de manifestações patológicas, em que o tratamento pode ter custo mais elevado do que a adoção de medidas preventivas.

Faz-se necessário que desde a fase de formulação do projeto até a entrega definitiva da obra não ocorram erros construtivos que facilitariam o processo de surgimento de problemas nas estruturas metálicas, sugere-se que toda execução edificação seja acompanhada de profissionais capacitados bem como o acompanhamento após o concluimento da obra por intermédio de inspeções e manutenções assim é possível agir de maneira preventiva evitando-se maiores patologias e até mesmo o colapso de estruturas.

Conclui-se que este estudo atingiu os objetivos de apresentar as principais patologias que a Estrutura Metálica pode manifestar.

Propõe-se que outros estudos sejam realizados a partir do tema proposto a fim de confirmar e apresentar mais vertentes sobre como pode ser a atuação dos profissionais da engenharia no campo das patologias das armações de metal.

Referências

ARAUJO, A A. Gerenciamento de falhas por corrosão em dutos. 2012. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/20714/20714_4.PDF>. Acesso em: 05/09/2022.

BESSA, A R O. Manifestações patológicas em estrutura metálica: um estudo de caso da corrosão, causas e consequências em pilares treliçados na cidade de Água Nova-RN. Monografia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Bacharel em Engenharia Civil. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/5057/1/Ant%c3%b4nioROB_MONO.pdf>. Acesso em: 05/09/2022.

CASTRO, E C.; RIBAS, R A J. Análise de manifestações patológicas na interface entre estrutura metálica e sistemas de fechamento: estudo de caso. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.7, p.72904-72918 jul. 2021.

FONTINHA, F. Metais “modernos” em património edificado: desempenho em ambiente exterior. 2022. Caderno dos Arquivos Municipais. CÂMARA Municipal De Lisboa, ISSN 2183-3176 | 2ª Série Nº 16 (julho/dezembro 2021), p. 181-204.

LEMARG Engenharia. Corrosão em metais – Princípios e revenção. 2020. Disponível em: <https://lemarg.com.br/corrosao-em-metais/>. Acesso em: 05/09/2022.

MOURA, V. Patologia do aço: saiba como proteger o material contra corrosão. s/d. Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/revista/materias/patologia-do-aco-saiba-como-proteger-o-material-contra-corrosao/18003>. Acesso em: 09/09/2022.

NASCIMENTO. R G. Noções de avaliações de estruturas e risco estrutural. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – Espírito Santo. 2021. Disponível em: < https://pt.slideshare.net/engenhariacivil91/risco-estrutural>. Acesso em: 12/09/2022.

PORTE, C P. Patologias em estruturas metálicas: Estudo de caso em torres de linha de transmissão. 2022. Disponível em: < https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/25341/1/Artigo%20TCC%20-%20Cleyton%20P%20Portes%20-%20Final.pdf>. Acesso em: 03/09/2022.

RODRIGUES, I L. Por que as estruturas de aço não decolam? 2017. Disponível em: < https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot7650.pdf>. Acesso em: 12/09/2022.

SACCHI; C. C. A. DE SOUZA S. C. Manifestações patológicas e controle de qualidade na montagem e fabricação de estruturas metálicas. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*. Vol 13 - nº 1. 2016.

SILVA NETO J A. NASCIMENTO, I F; LIMAS, M S. Principais ocorrências patológicas nas estruturas metálicas no município de Campina Grande-PB. 2018. Disponível em: < https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2018/TRABALHO_EV107_MD1_SA28_ID362_26032018071935.pdf>. Acesso em: 09/09/2022.

XEREZ NETO, J. CUNHA, A S.Estruturas metálicas: manual prático para projetos, dimensionamento e laudos técnicos - 2ª ed. Oficina de Textos. 2020.